

Das Halogenalkan-Verbot wirkt, aber später als berechnet! – Ein Mystery zum Ozonloch

Martin Loose, Berlin

Niveau: Sek. I

Dauer: 2–3 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Lernenden können ...

- Vermutungen bilden
- Informationen sach- und fachbezogen erschließen, gewichten, strukturieren und austauschen
- Erkenntnisse und Fakten in angemessener Fachsprache präsentieren
- chemische Reaktionen auch auf der Teilchenebene erklären

Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ Offene Unterrichtsformen
- ✓ Hausaufgaben
- ✓ Fachübergreifenden Unterricht

Hintergrundinformationen

Die organischen Halogenverbindungen, die unter dem Kürzelnamen CFKW (Chlorfluorkohlenwasserstoffe) bekannt sind, vereinen in sich sehr nützliche Eigenschaften und ein hohes Gefahrenpotenzial. Sie werden als Kältemittel, Treibgase und Löschmittel verwendet. Doch seit 1974 ist bekannt, dass die Gase schuld an der Schädigung der Ozonschicht sind. Aufgrund ihrer Stabilität gelangen sie über Jahre in bis zu 30 Kilometern Höhe und greifen in den Kreislauf der Bildung und Spaltung von Ozon ein. Durch UV-Strahlung werden Halogenradikale abgespalten, welche dann in einer Kettenreaktion bis zu 100.000 Sauerstoffmoleküle zu Sauerstoffmolekülen abbauen. Den so entstehenden Bereich mit vermindelter Ozonkonzentration in der Stratosphäre nennt man auch Ozonloch.

1987 wurde im Montrealer Protokoll weltweit eine Beschränkung der Produktion von Chlorfluorkohlenwasserstoffen beschlossen. Es dauert aber bis zu 20 Jahren, bis Halogenalkan-Moleküle ihren Weg in die Stratosphäre finden, um Ozonmoleküle katalytisch abzubauen. Erste Anzeichen des CFKW-Verbots zeichnen sich ab: Das Ozonloch über der Antarktis ist kleiner geworden. Die internationale Politik der Weltgemeinschaft konnte hier ihre Handlungsfähigkeit unter Beweis stellen. Jedoch verläuft der Prozess langsamer als erwartet, da besonders Entwicklungs- und Schwellenländer wie China größere Mengen produzieren, als sie dürfen.

Die Lernenden werden anhand eines Zeitungsartikels mit auf Spurensuche zu der Frage genommen, warum das Verbot schlechter wirkt, als es sollte. Wie in einem Kriminalroman werden sie von der Geschichte eines Umweltaktivisten, der verbrecherische Geschäfte aufzudeckelt, geleitet, um sich die Eigenschaften, die Verwendungsmöglichkeiten und die Rolle der Halogenalkane bei der Entstehung des Ozonlochs zu erschließen. Dieser Beitrag richtet sich also an Lerngruppen, die mit Alkanen sowie den Reaktionen dieser mit Halogenen vertraut sind.

I/G

Eine schriftliche Antwort in der Form, dass die Schüler den Zeitungsartikel M 1 formulieren, fördert das systemische Denken und rundet das Mystery ab. Diese Aufgabe bietet sich als **Hausaufgabe M 5** an, wofür die Lernenden ein Foto vom Lesekonstrukt aufnehmen. Die Aufgabe enthält ein Wortfeld. Das Methodenwerkzeug orientiert sich am *Handbuch Sprachförderung im Fach*. Ziel ist es auch, die Schüler zu einem inhaltlich durchdachten, adressatengerechten Produkt zu führen. Als weitere Hilfe oder auch als Werkzeug zur Überprüfung finden Sie in den Erläuterungen strukturierende Fragen.

Hinweise zum fachübergreifenden Unterricht

Diese Unterrichtseinheit steht in Verbindung mit dem Fach Geografie. In einigen Bundesländern ist die Behandlung der Schlüsselprobleme der Menschheit zum Ende der Sekundarstufe I Thema. So kann dieser Artikel einen Beitrag zum fachübergreifenden Unterricht leisten. Vielleicht ist ja auch Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Ihrem Schulprogramm enthalten.

Literatur

Pütz, Norbert; Mülhausen, J.: Mysterys. 9 Rätselhaftes für den Biologieunterricht. Aulis Verlag. Wiesbaden 2013. S. 5–10.

Die Mystery-Methode wird samt Nutzen und Durchführung erläutert. Es sind Beispiele für den Biologieunterricht. Die Prinzipien sind aber auch für Chemieunterricht übertragbar.

Ernst, Christine u. a.: Chemie 9. Gymnasium. Duden Paetec. Berlin 2007. S. 120f.

Das Schulbuch präsentiert auf einer Doppelseite schülerfreundlich das Thema Ozonloch.

Asselborn, Wolfgang u. a.: Chemie heute SI Gesamtband. Schroedel. Braunschweig 2013. S. 314f.

Das Schulbuch geht zum einen auf Eigenschaften und Verwendung der organischen Halogenverbindungen und zum anderen auf den Ozonkreislauf und dessen Störung durch CFKW ein.

Leisen, Josef: Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Klett, 2013. Teil C. S. 14ff.

Leisen schreibt hier über Methoden zur Sprachförderung im Fachunterricht. Es werden viele Beispiele für die naturwissenschaftlichen Fächer vorgestellt und diskutiert.

Internet

Teil 1: www.youtube.com/watch?v=GxzhZ_PNTe4

Teil 2: <https://www.youtube.com/watch?v=7iHEqjDFCog>

Teil 3: <https://www.youtube.com/watch?v=SsCKBE5SWHA>

Leisen, Sprints: Auf der Spur der Ozonkiller. (Deutschland, 2008, 43 min), WDR. Der Film liefert die Vorlage für die Kriminalgeschichte, die hier im Mystery nachgebildet ist.

www.seilnacht.com/Lexikon/Ozon.htm www.seilnacht.com/Lexikon/halkw.html#FCKW

Auf den Seiten von Seilnacht sind die Begrifflichkeiten rund um Ozon und CFKW übersichtlich dargestellt.

Materialübersicht

Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt Fo = Folie

M 1	Fo	Das sagt die Presse
M 2	Ab	Das Halogenalkan-Verbot – Anleitung zum Mystery
M 3a	Ab	Das Halogenalkan-Verbot – Informationskärtchen
M 3b	Ab	Das Halogenalkan-Verbot – Zusatzkärtchen
M 4	Ab	Das Halogenalkan-Verbot – Glossar
M 5	Ab	Das Halogenalkan-Verbot – Hausaufgabe

Minimalplan

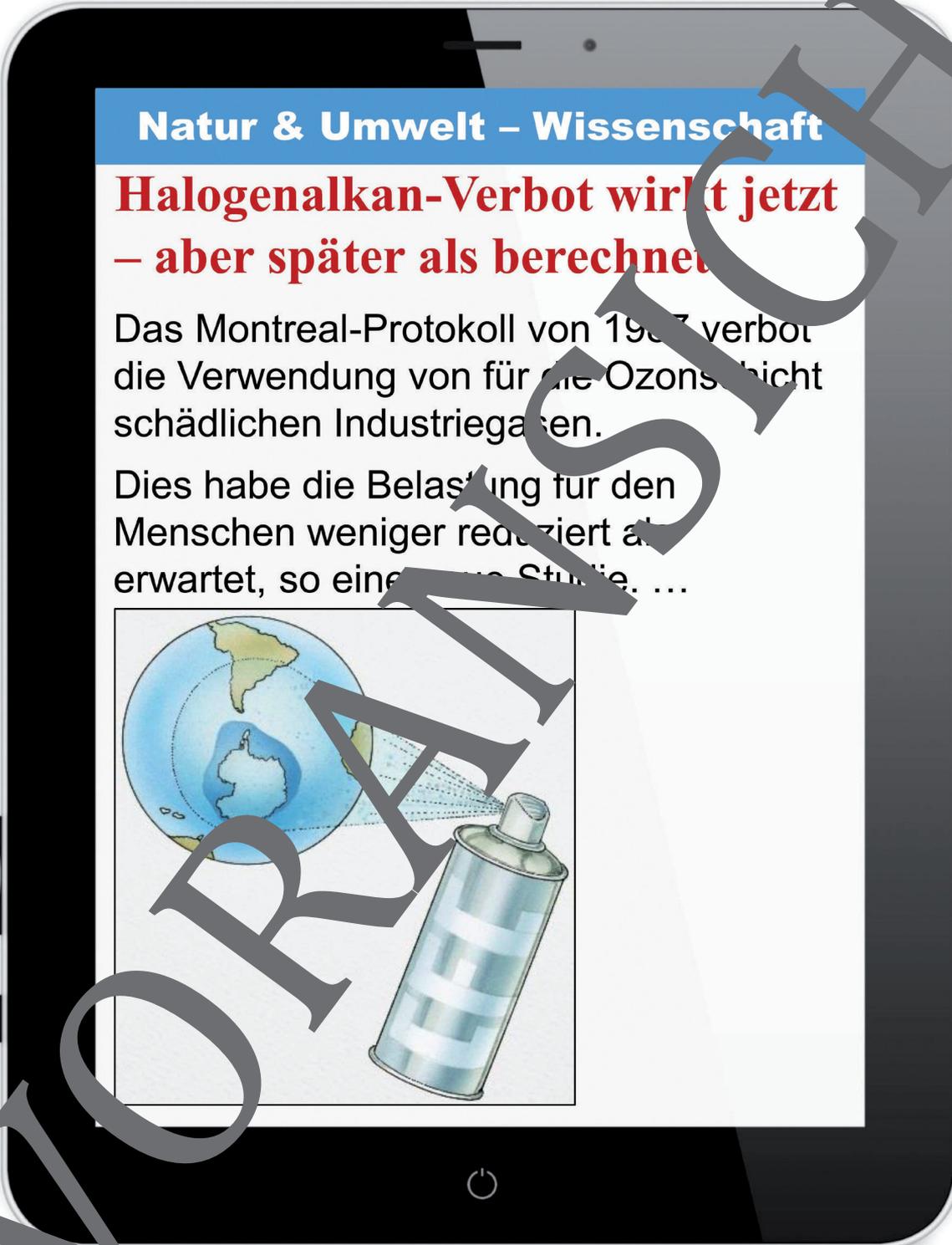
Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann fasst sich die Unterrichtseinheit auf **zwei Stunden** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

1. Stunde (M 1–M 4)	Steigen Sie mit der Farbfolie M 1 ein, erarbeiten Sie die Fragestellungen sowie die Aufgaben und gehen Sie zur Anleitung M 2 über. Beginnen Sie dann die Erläuterung, indem Sie die Informationskärtchen M 3 ausgeben. Heften Sie das Glossar M 4 als Hilfe an die Tafel.
2. Stunde (M 1, M 3–M 5)	Die Schüler bereiten sich darauf vor, ihre Lösung im Kurzvortrag zu präsentieren, indem sie die Stundenfrage beantworten. Reflektieren Sie die Arbeitsweise und die Problemlösestrategien. Vertiefen Sie z. B. im Unterrichtsgespräch den Abbau von Ozon durch Halogenalkan-Moleküle. Legen Sie die Farbfolie M 1 mit dem Impuls für den Artikel zur Hausaufgabe fortzuführen. Alternativ geben Sie zum Abschluss M 5 als Hausaufgabe aus.

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie auf Seite 16.

M 1 Das sagt die Presse

Ist das Ozonloch ein Problem unserer Elterngeneration, das heute gelöst ist? Das sagt die Presse dazu.



Natur & Umwelt – Wissenschaft

Halogenalkan-Verbot wirkt jetzt – aber später als berechnet

Das Montreal-Protokoll von 1987 verbot die Verwendung von für die Ozonschicht schädlichen Industriegasen.

Dies habe die Belastung für den Menschen weniger reduziert als erwartet, so eine neue Studie. ...



Textquelle: Die Welt vom 11.11.2013 nach www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article121767226/FCKW-Verbot-liesst-Temperaturen-langsam-sterben.html.
Text gekürzt und verändert; Bilder: Thinkstock/iStock

Aufgaben

1. **Leitet** aus dem Artikel mögliche Forscherfragen ab.
2. **Formuliert** Vermutungen.

M 2 Das Halogenalkan-Verbot – Anleitung zum Mystery

Das Ziel des Mysterys ist es, das vernetzende Denken durch die Analyse von gegebenen Materialien zu erlernen und zu üben.

Das Mystery besteht aus zwei Grundelementen: der von euch formulierten Leitfrage und den Informationskärtchen.

Eure Aufgabe ist es, die Kärtchen sinnvoll in Beziehung zueinander zu setzen und so das komplexe Thema durch Diskutieren und Visualisieren in der Gruppe zu erarbeiten. Es gibt nicht nur einen richtigen Lösungsweg; daher liegt der Schwerpunkt darauf, dass ihr eure Antwort schlüssig begründet.

Thinkstock/iStock



So geht's:

- Jede 4er-Gruppe erhält 28 Informationskärtchen. Legt die Kärtchen so auf, dass jeder sie sehen kann. Die Nummern auf den Kärtchen geben **keine** Reihenfolge vor. Die Ausnahme ist Kärtchen 1. Es bildet den Startpunkt für eure Spurensuche.
- Lest euch die Kärtchen gegenseitig nacheinander vor. Gibt es Wörter, die ihr nicht kennt oder versteht? Klärt sie in der Gruppe. Als Hilfsmittel steht euch auch ein Glossar zur Verfügung, das bei der Lehrkraft aufliegt.
- Ordnet die Kärtchen auf 2 DIN-A2-Bögen oder einem halbierten DIN-A1-Bogen so an, dass die wichtigen Beziehungen dargestellt sind. Fixiert die Kärtchen. Ihr könnt sie zum Beispiel nach Themen ordnen und mit beschrifteten Pfeilen verbinden.



Ihr müsst **nicht** alle Kärtchen verwenden – unwichtige Informationen können weggelassen werden.



Ihr habt **45 Minuten** Zeit.



Ihr seid schneller fertig geworden? Nehmt euch die Zusatzkärtchen und vertieft eure Antwort, indem ihr weitere Beziehungen darstellt.



Die anderen Gruppen werden sich euer Produkt in einem Galerie-Rundgang ansehen. Bereitet euch darauf vor, eure Lösung dem Plenum zu präsentieren, indem ihr eine Antwort auf die Leitfrage in der Gruppe formuliert.

I/G

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de